

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ФОРМИРОВАНИЯ ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ ЯНО-КОЛЫМСКОГО ПОЯСА

Михалицына Т.И.

Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт
им. Н.А. Шило ДВО РАН, г. Магадан, e-mail: Mihalitsina@neisri.ru

Пермские отложения, слагающие Аян-Юряхский антиклинорий, обладают уникальной золотоносностью. Здесь располагаются коренные месторождения золота (56), свыше 400 рудопроявлений и множество пунктов минерализации, сопровождаемых 1541 промышленными россыпными месторождениями [Буряк и др., 2001]. Наиболее крупные рудные месторождения золота (Наталка, Павлик, Дегдекан) локализованы в пермских породах, преобразованных в условиях регионального зеленосланцевого метаморфизма и последующими проявлениями динамотермального метаморфизма (рис. 1).

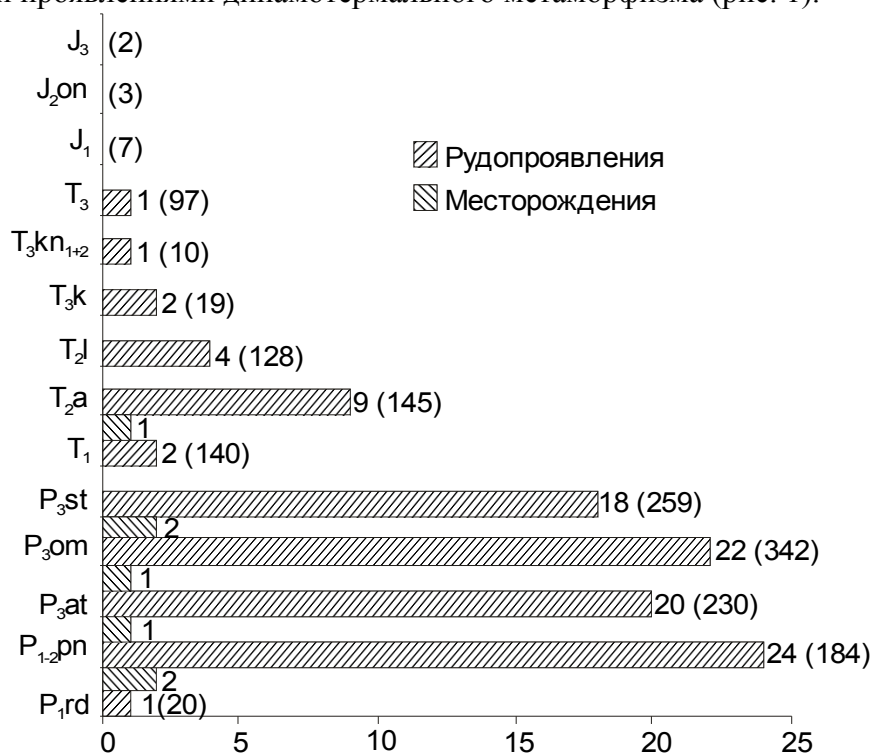


Рис.1. Стратиграфическая позиция точек минерализации (в скобках), рудопроявлений и месторождений в Аян-Юряхском антиклинории.

С целью выявления влияния метаморфизма, как благоприятного фактора для последующей локализации месторождений золота, проведено изучение поведения микроэлементов в верхнепермских породах атканской (P_{3at}) и омчакской свитах (P_{3om}). За эталон приняты осадочные породы (аргиллиты, алевролиты, песчаники, диамиктиты) разреза, удаленного от рудных полей и разрывных нарушений [Михалицына, 2005]. Опробование метаморфизованных пород проводилось из разреза (р. Кулу), расположенного в пределах зоны глубинного Тенькинского разлома.

Отличительными особенностями метаморфизованных пород являются: интенсивное рассланцевание; повсеместное присутствие карбонатного материала, нередко сидерит-магнезитового состава; отмечается преобладание хлорита над серицитом; характерны повышенные (до 10%) содержания калиевых полевых шпатов.

Главным сульфидным минералом в рассматриваемых верхнепермских отложениях является пирит. Наиболее обогащены пиритом отложения нижней части омчакской свиты, в атканской свите пиритизация отмечается в пачках переслаивания диамиктитов с тонкорассланцованными аргиллитами. Как правило, пирит образует тонкую рассеянную вкрапленность, редко встречаются стяжения неправильной формы, образующие конкреции. Среди вкрапленного пирита по составу выделяется мышьяковистый пирит, с примесью мышьяка от 0.3 до 4%. Содержание золота в пирите колеблется от 0.14 до 3 г/т (в среднем 0.57 г/т), в мышьяковистом пирите в среднем составляет 1.34 г/т. В верхнепермских породах Аян-Юряхского антиклинория среднее содержание золота в пирите 0.58 г/т [Степанов, 2001].

Химический состав. Анализ данных и изучение верхнепермских пород позволили выделить два геохимических типа: натриевый и калиевый с преобладанием первого. По составу отложения атканской свиты соответствуют грауваккам, породы омчакской свиты имеют смешанный состав. Верхнепермские отложения характеризуются высокими содержаниями SiO₂, TiO₂, Fe₂O₃, Na₂O; из микроэлементов – Li, Zn, Pb, Ag, Au. По результатам корреляционного анализа микроэлементов в исходных породах атканской свиты выделяются две геохимические ассоциации: 1. Mo-Pb-Li-Fe-Zn-Ag, 2. Mn-Cr-Ca-Co-Mg; в отложениях омчакской свиты три – 1. Co-Ag-Cu, 2. Sn-Fe-Ni-Cr-Mg-Zn, 3. Ca-Mn (табл. 1).

В метаморфизованных породах концентрации CaO и MgO значительно возрастают относительно исходных пород, наблюдается тесная корреляционная связь этих элементов с MnO. Отмечается рост содержаний Co, Ni, Cr, что связано с привнесением этих элементов.

Таблица 1.

Средние содержания петрогенных оксидов и рудогенных элементов в верхнепермских породах

Окислы (% масс), элементы (г/т)	Исходные породы		Метаморфизованные породы	
	P _{3at}	P _{3om}	P _{3at}	P _{3om}
SiO ₂	65.86	64.87	60.22	60.24
TiO ₂	0.78	0.86	0.64	0.65
Al ₂ O ₃	15.74	16.10	13.74	14.68
Fe ₂ O ₃ _{зобщ.}	5.81	5.62	4.82	5.24
MnO	0.10	0.06	0.10	0.10
MgO	1.99	1.67	2.90	2.93
CaO	0.53	0.64	4.30	3.43
Na ₂ O	3.60	3.27	2.91	2.55
K ₂ O	2.21	2.94	2.61	3.19
P ₂ O ₅	0.14	0.25	0.14	0.18
ппп	3.23	3.75	7.61	6.8
Сумма	99.99	100.00	99.99	99.99
Ag	0.31	0.46	0.30	0.32
Ni	23.71	26.73	30.55	36.00
Co	15.02	12.55	15.27	14.89
Zn	96.53	91.08	76.78	74.79
Cr	45.43	45.16	50.13	55.86
Cu	21.93	21.36	23.59	23.71
Pb	13.60	21.51	17.81	18.73
Sn	3.50	4.16	3.20	3.50
Li	78.82	65.33	66.96	70.69
W	0.79	1.14	0.92	1.02
n	12	31	71	31

Примечание: P_{3at} – атканская свита, P_{3om} – омчакская свита. Определение окислов выполнено рентгенофлуоресцентным анализом; микроэлементов – атомно-эмиссионным спектральным анализом (г. Магадан, СВКНИИ ДВО РАН); n – количество проб.

Для преобразованных пород атканской свиты характерны три геохимические ассоциации: 1. Zn-Ag-Sn-Pb, 2. Co-Fe-Li, 3. Ca-Mn; для породах омчакской свиты – четыре геохимические ассоциации: 1. Pb-Ag, 2. Fe-Co-Cr-Ni, 3. Mn-Ca-Mo, 4. Sn-Li-Zn.

Распределение PЗЭ. При изучении распределения редкоземельных элементов использовалась нормализация по хондриту [Тейлор, Мак-Леннан, 1988]. Изученные образцы исходных и метаморфизованных пород характеризуются слабо фракционированными спектрами распределения PЗЭ, горизонтальным спектром тяжелых лантаноидов; отрицательной Eu аномалией ($Eu/Eu^* = 0.57-0.87$).

Отношение La_N/Lu_N в исходных породах атканской свиты составляет 6.19-7.95, омчакской – 8.17-10.40, $\Sigma PЗЭ$ 84.23 и 151.30 соответственно. В метаморфизованных отложениях атканской свиты La_N/Lu_N – 8.21-10.13, $\Sigma PЗЭ$ 126.41, в породах омчакской свиты La_N/Lu_N составляет – 11.77-11.82, $\Sigma PЗЭ$ 148.86. При сопоставлении спектров распределения лантаноидов отмечается существенный привнос PЗЭ в преобразованных породах атканской свиты (рис. 2).

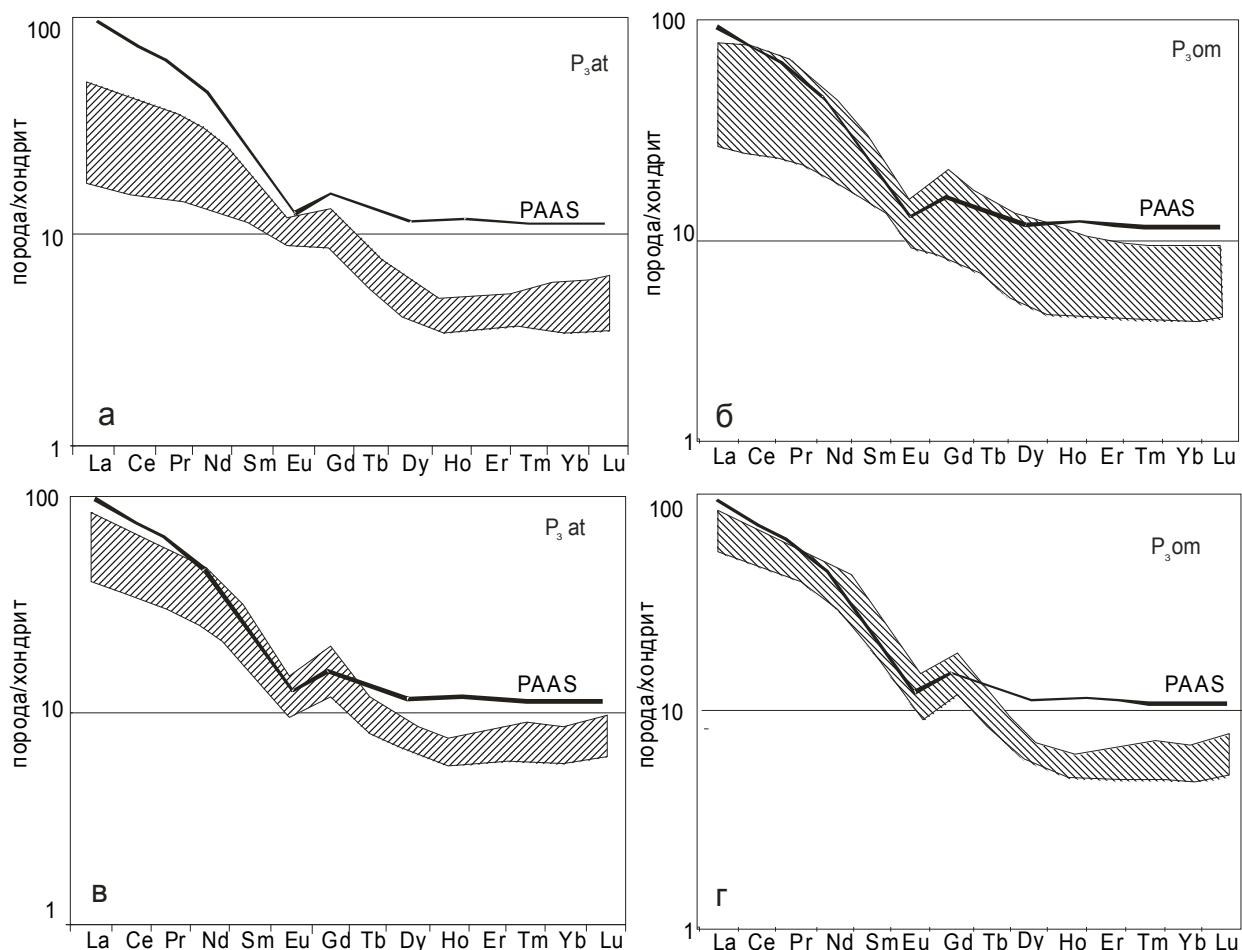


Рис.2. Спектры распределения PЗЭ в верхнепермских породах:
а, б – исходные породы; в, г – метаморфизованные породы. PAAS –
постаршейский глинистый сланец.

Распределение Au и элементов платиновой группы (ЭПГ). Региональный геохимический фон для пермских пород Аян-Юряхского антиклинория составляет в среднем 5.3 мг/т [Степанов, 2001]. По данным ICP MS концентрации золота существенно выше кларковых содержаний, максимальные концентрации Au и Pt отмечаются в преобразованных

породах атканской свиты в участках проявления карбонатизации и хлоритизации, и в тонкопелитовых разностях, содержащих новообразования сульфидов. Происходит перераспределение элементов платиновой группы, концентрации Pt в дислокационно-метаморфизованных породах возрастают при снижении Pd (табл. 2).

Таблица 2

Средние содержания Au и ЭПГ в верхнепермских породах (мг/т)

Элемент	Исходные породы		Метаморфизованные породы	
	P _{3at}	P _{3om}	P _{3at}	P _{3om}
Au	25.87	11.90	30.94	24.04
Ru	0.19	0.05	0.26	0.19
Rh	4.07	1.62	0.46	1.73
Pd	20.20	78.16	5.51	12.16
Ir	0.09	0.01	0.01	0.10
Pt	14.82	0.86	45.94	12.06
n	8	14	16	12

Примечание: Определение Au и ЭПГ выполнено методом ICP MS (г. Хабаровск, ЦКП ИТиГ); n – количество проб

Выводы. В процессе дислокационного метаморфизма, сопровождавшегося карбонатным метасоматозом и хлоритизацией верхнепермских пород, происходит перераспределение золота, платиноидов и рудогенных компонентов (Ni, Cr, Pb, Cu), что позволяет видеть в этом дополнительный источник благородных металлов в ходе последующего формирования промышленных концентраций.

Литература

Буряк В.А., Горячев Н.А., Сидоров В.А., Цымбалюк, Н.В., Сорокин Е.И., Михалицына Т.И., Бяков А.С., Фридовский В.Ю. Основные литостратиграфические уровни юго-востока Яно-Колымского золотоносного пояса, благоприятные для локализации крупнообъемного оруденения // Проблемы геологии и металлогении Северо-Востока Азии на рубеже тысячелетий: Материалы XI сессии Северо-Восточного отделения ВМО Билибинские чтения, Магадан, СВКНИИ ДВО РАН. 2001. Т.2. С.143.

Михалицына Т.И. Петрогеохимическая характеристика верхнепермских пород Аян-Юряхского антиклинория // Наука Северо-Востока России – начало века: материалы Всерос. науч. конф., посвящ. памяти акад. К.В. Симакова и в честь его 70-летия. – Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2005. С. 119-120.

Степанов В.А. Зональность золото-кварцевого оруденения Центральной Колымы (Магаданская область, Россия). – Владивосток: Дальнаука, 2001. – 70 с.

Тейлор С.Р., Мак-Леннан С.М. Континентальная кора: ее состав и эволюция. – М.: Мир, 1988. – 384 с.